

# **APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE ANÁLISE MULTIVARIADA PARA MAPEAMENTOS DE DIFERENTES CLASSES DE SOLOS, EM ÁREAS SOB CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR.** Renato Junqueira Pazeto, Gener Tadeu Pereira, José Marques Júnior, Diego Silva Siqueira, Renata Alves Horvat. – Agronomia – Departamento de Ciências Exatas – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal.

## **INTRODUÇÃO**

A utilização de análises multivariadas é cada vez mais comum e segue a tendência geral de análise exploratória que os trabalhos vem apresentando nas últimas décadas. Segundo vários autores um dos principais objetivos dos métodos multivariados é a classificação de amostras, indivíduos ou variáveis em grupos com características semelhantes.

Esses métodos podem ser estudados com modelos de paisagem integrados com a distribuição espacial de parâmetros químicos, físicos e mineralógicos do solo, pode oferecer importantes contribuições para identificar locais específicos, explicar produtividade de culturas. Todos estes aspectos podem atuar na definição de uma moldura didática muito útil para auxiliar a transferência de conhecimentos para áreas similares.

No Brasil, estudos de modelos de paisagem são poucos, assim como os estudos de idade das superfícies geomórficas e os critérios de quebra de gradiente do terreno, como os propostos por RUHE (1969) e DANIELS et al. (1971). Esses estudos da posição do solo na paisagem têm esclarecido as modificações que ocorrem nos processos geomórficos, os quais influenciam diretamente os processos pedológicos (HALL, 1983). As caracterizações das diferentes classes de solos são essenciais para o entendimento dos processos erosionais e deposicionais, associando-as à variabilidade das propriedades dos solos.

O objetivo principal deste estudo foi estabelecer grupos com características semelhantes, em atributos químicos, em diferentes classes de solos, sob cultivo de cana-de-açúcar.

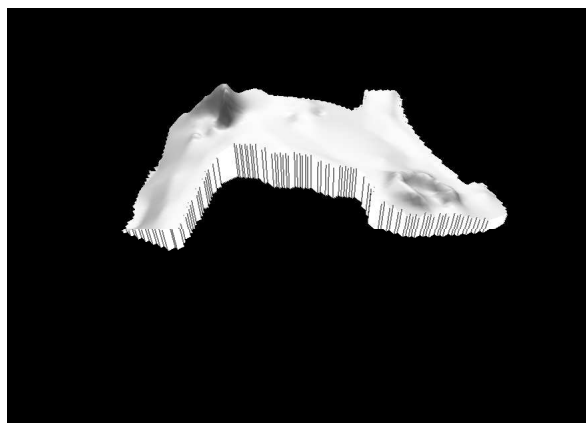
## **METODOLOGIA**

A área do presente estudo localiza-se na Usina Santa Adélia no município de Jaboticabal (SP), região de Ribeirão Preto, nordeste do Estado de São Paulo. Escolheu-se áreas sob o mesmo histórico de manejo de cana-de-açúcar, onde os mapas de solos da usina registravam as classes de latossolos e argissolos. Nas áreas sob latossolos o relevo apresenta-se predominantemente plano e com formas lineares. Já os argissolos encontram-se em áreas sob relevo mais acidentado e com formas predominantemente côncavas e convexas.

Nas áreas escolhidas de latossolos e argissolos, foram identificadas e delimitadas as superfícies geomórficas e/ou pedoformas (modelos de paisagem) representadas (figura 1), através de trabalhos de campo, análise de fotos aéreas, mapas e utilização de um nível topográfico a campo para identificação dos limites entre as unidades geomórficas e classes de solos identificados segundo os critérios propostos para definição de modelos de paisagem (TROEH, 1965; DARLYMPLE et al., 1968; RUHE et al., 1969; DANIELS et al., 1971).

Foi feita uma amostragem de solo para setores comerciais da usina; tendo o setor LC (argissolo) aproximadamente 172 ha e o setor GS (latossolos) aproximadamente 158 ha. Inicialmente retirou-se uma amostra a cada quatro hectares (amostra composta de três pontos) numa profundidade de 0,00-0,50 m (profundidade padrão para manejo de solo da usina) utilizando uma sonda eletrônica. Posteriormente, foi feito um adensamento nas malhas, sendo que no argissolo, o número de pontos amostrados passaram de 47 para 91 e no latossolo de 71 para 135.

LATOSSOLO



ARGISSOLO

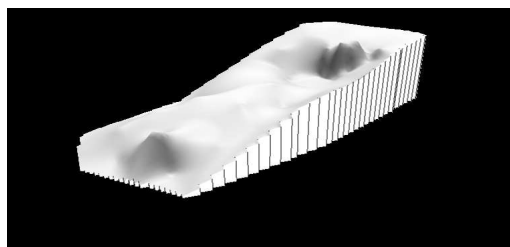


FIGURA 1 – Mapa de elevação digital das áreas em estudo.

A determinação de Ca, Mg e Al foi feita utilizando-se o método de extração com KCl 1N titulado com EDTA 0,01M, já o P e K foi extraído com  $H_2SO_4$ , onde o potássio foi determinado por fotometria e o fósforo por espectrometria e o H+AL será determinado a partir do pH SMP (RAIJ et al., 1987). O pH foi determinado potenciométricamente utilizando-se relação 1:2,5 de solo:água, solo: KCl 1N e solo:  $CaCl_2$  0,01M. A CTC, V%, SB foram calculados pelas seguintes fórmulas respectivamente:  $CTC = SB + H+Al$ ,  $V\% = SB/CTC \cdot 100$  e  $SB = Ca + Mg + K$ . Estas determinações foram realizadas em todos os pontos da malha de amostragem.

## RESULTADOS

Por meio da Análise de Componentes Principais (ACP) pode-se caracterizar a menor ou maior expressão da variabilidade dos atributos químicos dos solos em estudo, assim como a influência da forma da paisagem na variabilidade destes atributos.

As variáveis químicas possuem maior variabilidade espacial e temporal do as variáveis físicas. Como as características químicas do solo são controladas pela intensidade e fluxo de água, pode-se dizer então que a variabilidade química também depende do relevo. Nesse contexto, analisando-se a FIGURA 2 e a FIGURA 3, percebe-se que as variáveis H+Al (ponto amarelo) e pH (ponto azul) são as que mais se diferenciam no espaço (variabilidade espacial).

Comparando-se a FIGURA 2 com a FIGURA 3, com base no eixo 2 a maior relação pH/H+Al esta localizada no latossolo, o que indica que neste solo a interação água-relevo é mais favorável à manutenção da variável pH, e a interação água-relevo no argissolo é mais favorável a variável H+AL. Como o argissolo está inserido em uma forma de relevo linear o fluxo de água é muito mais intenso do que na forma convexa, essa maior ação do fluxo de água promove um maior desequilíbrio eletroquímico do solo (lixiviação das bases) o que favorece a diminuição do pH e aumento do H+Al no solo.

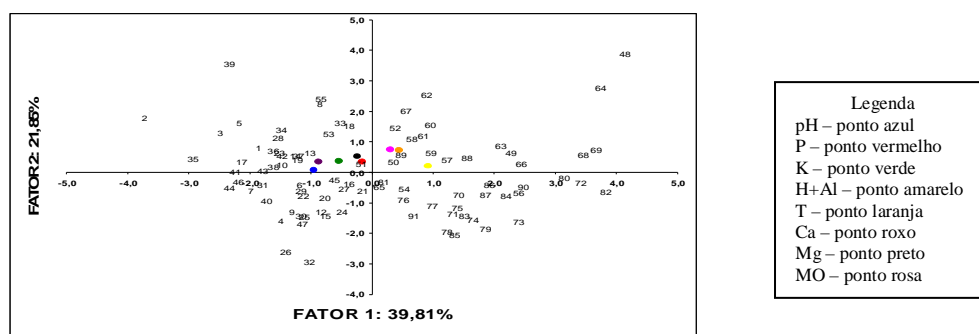


FIGURA 2 – Projeção das variáveis químicas do latossolo e pontos amostrados no plano fatorial 1, 2.

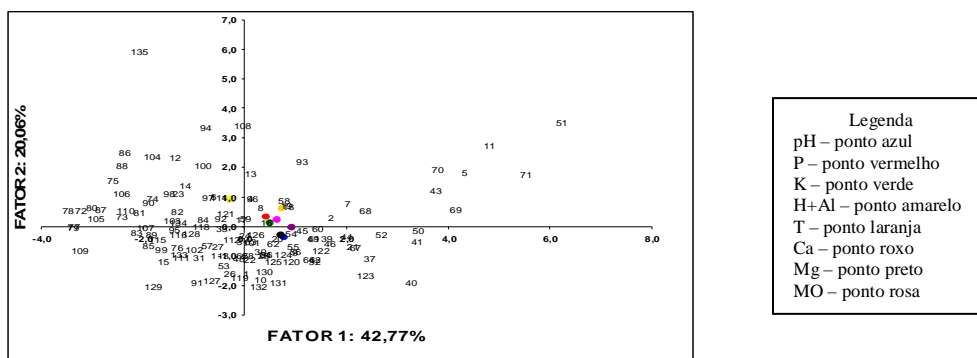


FIGURA 3 – Projeção das variáveis químicas do argissolo e pontos amostrados no plano fatorial 1, 2.

A análise de “CLUSTER”, também conhecida como análise de agrupamentos, tem com objetivo dividir os elementos da amostra em grupos de forma que os elementos pertencentes a um mesmo grupo sejam similares entre si com relação às variáveis, e os elementos em grupos diferentes sejam heterogêneos em relação a estas mesmas características. Neste trabalho, o objetivo da análise de agrupamentos foi encontrar grupos semelhantes para atributos químicos dentro de diferentes classes de solos.

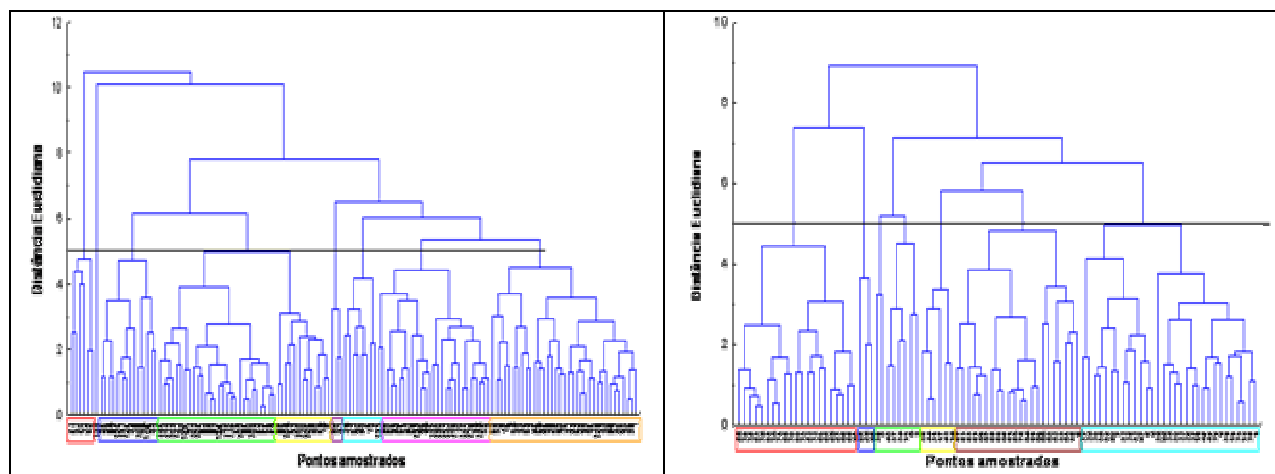


FIGURA 4 - Dendrograma das inter-relações em latossolo e argissolo respectivamente, referente ao conjunto de atributos químicos (pH, P, K, H+Al, T, Ca, Mg e MO), pela distância euclidiana média.

Os resultados da análise de Cluster (agrupamento) são apresentados na FIGURA 4. Comparando os dendrograma nas diferentes classes de solos, observa-se o valor da distância euclidiana é menor no latossolo, isto indica maior heterogeneidade dos dados, o que leva a um maior número de grupos formados. Dessa maneira confirma-se às correlações entre a variabilidade espacial dos solos, as classes de solos e os fluxos de água, pois no horizonte superficial mais sujeito à modelação pelo fluxo de água, é maior o número de grupos formados, ou seja, o quanto maior for a diferença entre as classes de solos maior será o número de grupos formados.

A análise de agrupamentos também validou a diferenciação de zonas de manejo por meio das diferentes classes de solos mapeados no campo (figura 5). Com a correta aplicação da análise de Cluster e a separação de grupos dentro das classes de solos, pode-se elaborar mapas possibilitando distinguir diferentes ambientes de produção (zonas de manejo) através da avaliação conjunta dos parâmetros químicos e das unidades estudadas.

Pela análise da figura 5 percebe-se a grande influência a paisagem, por consequência o fluxo de água, no ambiente de formação de cada classe de solo. Observa-se que na pedoforma linear (argissolo) possui uma tendência à estabilização, o que é caracterizado pelo menor número de grupos formados. A pedoforma convexa (latossolo) está em constante mudança pela grande influência do

fluxo horizontal de água. Essa dinâmica condiciona um ambiente de alta instabilidade o que pode ser confirmado pela maior formação de grupos.

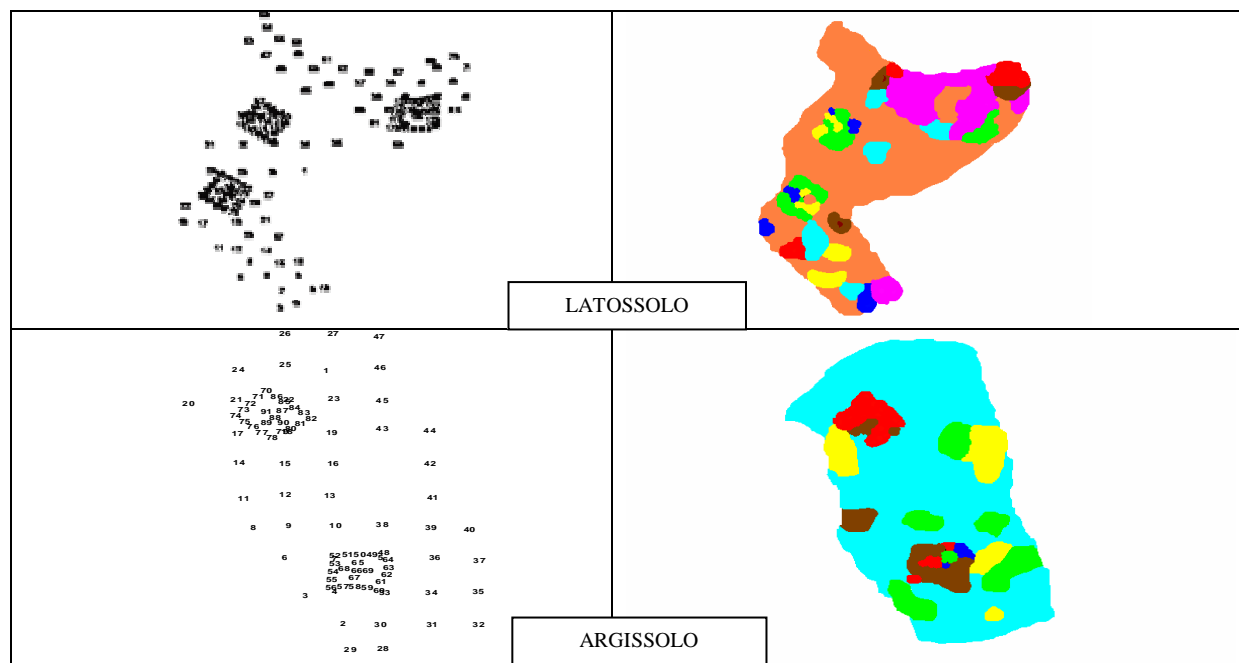


FIGURA 5 - Pontos amostrados e áreas mapeadas em atributos químicos em classes de solos diferentes (latossolo e argissolo)

## CONCLUSÕES

As técnicas estatísticas multivariadas apresentaram-se eficientes, para a identificação de grupos semelhantes para atributos químicos do solo.

O latossolo apresentou maior variabilidade espacial quando se comparado com o argissolo tendo sido influenciado pela forma da paisagem.

As zonas de manejo podem ser facilmente mapeadas, quando se tem a identificação de grupos semelhantes.

## BIBLIOGRAFIA BÁSICA

DANIELS, R.B., GAMBLE, E.E., CADY, J.F. The relation between geomorphology and soil morphology and genesis. *Adv. Agron.*, Madison, v.23, p.51-87, 1971.

DARLYMPLE, J. B.; BLONG, R. J.; CONACHER, A. J. A hypothetical nine unit land surface model. *Geomorphology*. v.12, n. 1, p. 60-76, 1968.

HALL, G.F. Pedology and geomorphology. In: **Pedogeneses and soil taxonomy**. I concepts and interactions. New York, Elsevier Scienc. 1983. p.117-40.

RAIJ, B. van, et al. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.

RUHE, R.V. **Quaternary landscapes in Iowa**. Ames: Iowa State University Press, 1969. 255p.

TROEH, F. R. Landform equations fitted to contour maps. *Am. J. Sci.*, v. 263, p. 616-627, 1965.

**Bolsa:** CNPq/PIBIC